

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-213334

(43)Date of publication of application : 06.08.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/31  
G11B 5/265  
G11B 5/39

(21)Application number : 10-009638

(71)Applicant : NEC IBARAKI LTD

(22)Date of filing : 21.01.1998

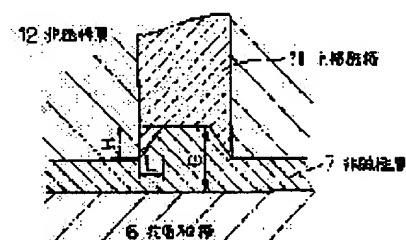
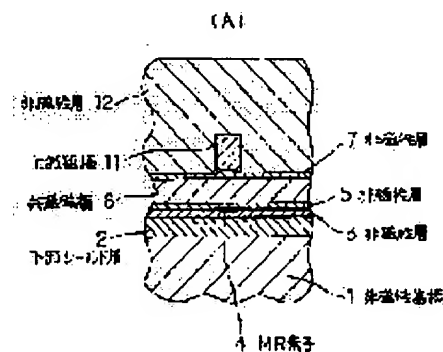
(72)Inventor : TSUDA TADAAKI

## (54) COMPOSITE THIN FILM MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the linear recording density and the track density of a composite thin film magnetic head.

SOLUTION: In both ends of the surface of an upper magnetic pole 11 opposite to a third non-magnetic layer 7 having a recording gap G, reverse perpendicular triangle shaped projections having bottom widths L and heights H are provided. It is desirable that the width L of the projection in each of both sides is 30 to 70% of the width TW of the upper magnetic pole 11 from a side face end part to a center, and the height H of the projection is in the range of 30 to 70% of the thickness of the third non-magnetic layer having the recording gap G. Further, a projected part having the same width as the width TW of the upper magnetic pole 11 is provided in a common magnetic pole 6, and this magnetic pole 6 is placed oppositely to the upper magnetic pole 11 via a non-magnetic layer formed on the projected part.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.12.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-213334

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31  
5/265  
5/39

G 1 1 B 5/31  
5/265  
5/39

K  
F

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-9638

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月21日

(71) 出願人 000119793

茨城日本電気株式会社

茨城県真壁郡関城町関館字大茶367-2

(72) 発明者 津田 忠秋

茨城県真壁郡関城町関館字大茶367の2

茨城日本電気株式会社内

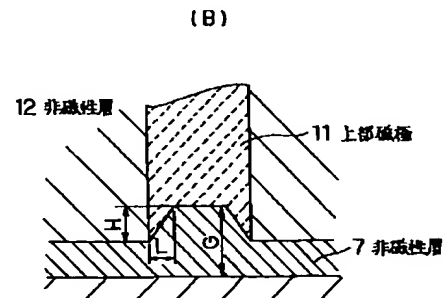
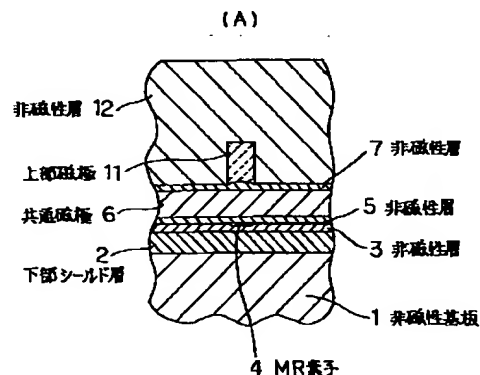
(74) 代理人 弁理士 若林 忠 (外4名)

(54) 【発明の名称】 複合型薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 複合型薄膜磁気ヘッドの線記録密度、トラック密度の高密度化を図る。

【解決手段】 上部磁極11が記録ギャップGを形成する第3非磁性層7に対向する面の両端において、底部の幅Lと高さHの逆直角三角形形状の突起を有する。両端の各突起部の幅Lは、上部磁極11の幅TWの側面端部から中心までの30～70%、突起部の高さHは、記録ギャップGである第3非磁性層の厚さに対して30～70%の範囲であることが望ましい。さらに、共通磁極に上部磁極幅と同一幅の突出部を設け、その突出部上に成膜される非磁性層を介して上部磁極と対向する構造とすることが望ましい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部シールド層、第1と第2の非磁性層に挟み込まれた磁気抵抗効果素子、以下MR素子という、及び上部シールド層と下部磁極を兼ねた共通磁極からなる再生部と、前記共通磁極、記録ギャップを形成する第3の非磁性層、第1絶縁層及び第2絶縁層に挟み込まれたコイル、及び上部磁極からなる記録部とが、非磁性基板の上に積層された複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記上部磁極は、前記記録ギャップを形成する第3の非磁性層に対向する面の両端において、断面が内側に傾斜面を有する直角三角形形状の突起部を有し、

前記第3の非磁性層は、前記上部磁極の両端の突起部の傾斜面及びその中間の平面部に沿って上部磁極と接触することを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記上部磁極の各突起部の底部は、前記上部磁極の端部から中心までの長さの30～70%の範囲にある請求項1に記載の複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記共通磁極は、前記上部磁極幅と同一幅の突出部が設けられ、前記突出部上に成膜される非磁性層を介して前記上部磁極と対向する請求項1または2に記載の複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記共通磁極に設けられる突出部の高さは、記録ギャップを形成する第3の非磁性層の厚さの1～2倍である請求項3に記載の複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 非磁性基板の上に、下部シールド層、第1非磁性層、第2非磁性層、前記第1及び第2の非磁性層に挟み込まれた磁気抵抗効果素子、以下MR素子という、上部シールド層と下部磁極を兼ねた共通磁極、記録ギャップを形成する第3非磁性層、第1絶縁層、第2絶縁層、前記第1絶縁層及び第2絶縁層に挟み込まれたコイル、上部磁極、及び第4非磁性層をこの順序で積層して形成される複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、

前記第3非磁性層まで成膜した後、前記第3非磁性層の表面の中心から所定の幅のフォトレジストを形成し、イオンミリングにより余分な第3非磁性層を除去して、第3非磁性層の両側の側面に非磁性基板に対して所定の角度の傾斜面を形成し、

前記傾斜面を含む第3非磁性層の表面上に上部磁極を成膜する工程を含むことを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項6】 非磁性基板の上に、下部シールド層、第1非磁性層、第2非磁性層、前記第1及び第2の非磁性層に挟み込まれた磁気抵抗効果素子、以下MR素子という、上部シールド層と下部磁極を兼ねた共通磁極、記録ギャップを形成する第3非磁性層、第1絶縁層、第2絶縁層、前記第1絶縁層及び第2絶縁層に挟み込まれたコイル、上部磁極、及び第4非磁性層をこの順序で積層し

て、

前記第3非磁性層まで成膜した後、前記第3非磁性層の表面の中心から所定の幅のフォトレジストを形成し、イオンミリングにより余分な第3非磁性層を除去して、第3非磁性層の両側の側面に非磁性基板に対して所定の角度の傾斜面を形成し、

その後、第1及び第2の絶縁層を形成し、

上部磁極を所定の厚さより若干厚く形成し、

形成した上部磁極をマスクとして使用して、共通磁極を上部磁極の幅に等しい幅となるまで除去する工程を含むことを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、読み出し素子として磁気抵抗効果素子（Magnetoresistive Element；以下MR素子という）を有する複合型薄膜磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】上述の複合型薄膜磁気ヘッドに関しては、例えば特開平2-87311号、特開平5-334628号公報等に開示されている。

【0003】従来の複合型薄膜磁気ヘッドの1例を図4および図5に示す。

【0004】この複合型薄膜磁気ヘッド16は、図4の断面図に示すように、非磁性基板1の上に積層された、下部シールド層2、第1及び第2の非磁性層2、5に挟み込まれたMR素子4、上部シールド層と下部磁極を兼ねた共通磁極6、記録ギャップを形成する第3の非磁性層7、第1絶縁層8及び第2絶縁層9に挟み込まれたコイル10、上部磁極11、及び第4の非磁性層12からなる。

【0005】そして、下部シールド層2、第1非磁性層3及び第2非磁性層5に挟まれたMR素子4、及び共通磁極6により再生部13を形成し、共通磁極6、第3非磁性層7、第1絶縁層8と第2絶縁層9に挟まれたコイル10、及び上部磁極11により記録部14を形成している。

【0006】また、上部磁極11は、後端部で共通磁極6と接触して、ヨークを形成しており、共通磁極6は、再生部13のシールドと記録部14の下部磁極を兼ねている。

【0007】さらに、スライダ加工時にラップにより空気ベアリング面15、以下ABS15という、を形成している。

【0008】図5は、図1の従来の複合型薄膜磁気ヘッドのABS15から見た平面図である。第3の非磁性層7で形成される記録ギャップ（薄膜ギャップ）は、上部磁極11の幅TWの範囲において共通磁極6と平行になっている。

生ずる記録磁界により行なわれるが、この記録磁界は、コイル10に流す電流、上部磁極11及び共通磁極6の磁性体材料及び形状、記録ギャップ7等により決定される。コイル10により上部磁極11及び共通磁極6により励磁された磁束は、記録ギャップ対向部両端の厚み方向において磁性体の飽和が起こる。この結果、記録ギャップ7から上部磁極11及び共通磁極6の対向部のみならず、上部磁極11の側壁から上部磁極11の幅方向にも媒体を磁化するのに十分な記録磁界が漏れる。この上部磁極11の側壁からの磁界はサイドフリンジングと呼ばれる。サイドフリンジングは、上部磁極11の記録ギャップ対向部両端の厚み方向における飽和以外に、記録ギャップ厚みGにも依存し、記録ギャップ厚みGが厚いほど上部磁極11の幅方向への広がりが大きくなる。

【0010】媒体上において記録磁界と媒体保磁力が等しくなる点を結んだ曲線で囲まれる領域を磁化遷移領域という。図6は、上述の記録磁界により媒体上に記録される磁化遷移領域を示す。

【0011】図6の磁化遷移領域20において、媒体の進行方向への2つの突出部の間の上部磁極11の幅に相当するMTW0の範囲では磁化遷移領域20に対して垂直の方向に磁化が向き合うか、または反対方向に向いて、媒体表面から磁束が発生する。一方、磁化遷移領域の裾部から各突出部までの間のEB0の範囲では、磁化遷移領域20に対して磁化が平行方向に向くので、媒体表面からの磁束は発生しない。従って、再生に有効な磁化遷移領域はMTW0の範囲であり、EB0の範囲はイレースバンドとなる。媒体の進行方向17に垂直な磁化遷移領域の範囲はLR0で示される。また、LR0の位置からの後退量をR0で示している。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】従来の複合型薄膜磁気ヘッドは、記録磁界により得られる磁化遷移領域が再生に有効な範囲MTW0での湾曲が大きく、イレースバンドEB0の形状が大きくなる。すなわち、磁化遷移領域の形状が上部磁極の飽和状態により大きく左右されるので、上部磁極11の幅TWの範囲において共通磁極6と平行になっている従来の形状では、線記録密度、トラック密度の高密度化上問題がある。

【0013】本発明の目的は、記録磁界により得られる磁化遷移領域の再生に有効な範囲の湾曲を小さくして、複合型薄膜磁気ヘッドの線記録密度、トラック密度の高密度化を図ることにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の複合型薄膜磁気ヘッドは、上部磁極が記録ギャップを形成する非磁性層に対向する面の両端において断面が内側に傾斜面を有する直角三角形形状の突起部を有し、第3の非磁性層がこの上部磁極の両端の突起部の傾斜面及びその中間の平面部

【0015】この上部磁極の各突起部の底部の範囲は、上部磁極の端部から中心までの長さの30～70%であることが望ましい。

【0016】さらに、共通磁極に上部磁極幅と同一幅の突出部を設け、その突出部上に成膜される非磁性層を介して上部磁極と対向する構造とすることが望ましい。

【0017】この共通磁極に設けられる突出部の高さは、記録ギャップを形成する非磁性層の厚さの1～2倍であることが望ましい。

10 【0018】本発明の複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法は、非磁性基板の上に、下部シールド層、第1非磁性層、第2非磁性層、前記第1及び第2の非磁性層に挟み込まれた磁気抵抗効果素子、以下MR素子という、上部シールド層と下部磁極を兼ねた共通磁極、及び記録ギャップを形成する第3非磁性層まで従来と同様にして、成膜した後、第3非磁性層の表面の中心から所定の幅のフォトリソストを形成し、イオンミリングにより余分な第3非磁性層を除去して、第3非磁性層の両側の側面に非磁性基板に対して所定の角度の傾斜面を形成する工程を含む。

20 【0019】その後、再び従来と同様にして、第1絶縁層、第2絶縁層、前記第1絶縁層及び第2絶縁層に挟み込まれたコイル、及び第3非磁性層の両側の傾斜面を含む表面上に上部磁極を成膜し、第4非磁性層を積層して複合型薄膜磁気ヘッドを形成する。

【0020】このとき、フォトリソストの範囲は、上部磁極の幅から突起部を除いた共通磁極に平行な底面のみとして、突起部傾斜面の非磁性基板に対する角度が所定の角度となるようにするのがよい。

30 【0021】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0022】図1の(A)は、本発明の複合型薄膜磁気ヘッドの第1実施例のABS15の要部の平面図、

(B)はその拡大図である。

【0023】図1において、本実施例の複合型薄膜磁気ヘッドは、上部磁極11が記録ギャップGを形成する第3非磁性層7に対向する面の両端において、底部の幅Lと高さHの逆直角三角形形状の突起を有する。両端の各突起部の幅Lは、上部磁極11の幅TWの側面端部から中心までの30～70%、突起部の高さHは、記録ギャップGである第3非磁性層の厚さに対して30～70%の範囲であることが望ましい。

40 【0024】この突起は、非磁性基板1から第3非磁性層7まで従来の複合型薄膜磁気ヘッドと同様に成膜した後、第3非磁性層7の上部磁極11の中心線に対応する線を中心としてTW-2Lの幅の領域にフォトリソストを形成し、イオンミリングにより余分な第3非磁性層7を除去することにより、基板1に対して逆正接(H/

る。

【0025】その後、第1絶縁層8、コイル10、第2絶縁層9、前部が第3非磁性層7に接する上部磁極11、及び第4非磁性層12を従来と同様の工程により順次成膜して複合型薄膜磁気ヘッドを得ることができる。

【0026】図3の(A)は、このようにして得られた複合型薄膜磁気ヘッドの磁化遷移領域を示す図である。

【0027】図6の従来の磁化遷移領域と比較すると、媒体進行方向17に垂直な磁化遷移の位置からの後退量R1は従来の後退量R0に比較して小さくなり、媒体進行方向17に垂直な磁化遷移の範囲LR1は従来の範囲LR0より広がる。また、サイドフリンジングも抑制されるので、イレースバンドEB1も従来のEB0と比較して小さくなっている。

【0028】従って、複合型薄膜磁気ヘッドの線記録密度、トラック密度の高密度化を図ることができる。

【0029】次に、本発明の第2の実施例について、図2及び図3(B)により説明する。第2の実施例は、図2に示すように、第1の実施例と同様にして上部磁極11に対して非磁性層7との接触面の両端に高さH、幅Lの断面が直角三角形形状の突起部を設けるとともに、さらに、非磁性層7の上部磁極11との接触面の反対側に接触する共通磁極6に、上部磁極11の幅TWと同じ幅で、非磁性層7の厚みG、すなわち、記録ギャップGの1〜2倍の高さDの段差の突出部を設けたものである。

【0030】その製造方法は、第2の絶縁層9まで形成した後、上部磁極11を所定の厚さより若干厚く形成する。そして、上部磁極11をマスクとして使用し、イオンミリングにより、共通磁極6を上部磁極11の幅TWと等しい幅となるまで除去する。

【0031】このような構造とすることにより、共通磁極6の磁性体の飽和が共通磁極6の突出部に集中されるので、その磁化遷移領域は、図3の(B)のように、サイドフリンジングがさらに抑制される。

【0032】

【発明の効果】上述のように本発明は、上部磁極をその

両端に形成される直角三角形形状の突起部を介して第3の非磁性層と接触させることにより、媒体進行方向に垂直な磁化遷移の位置からの後退量は従来に比較して小さくなり、媒体進行方向17に垂直な磁化遷移の範囲は従来より広くなり、また、サイドフリンジングも抑制され、イレースバンドも従来と比較して小さくなっているのので、複合型薄膜磁気ヘッドの線記録密度、トラック密度の高密度化を図ることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例のABSより見た平面図で、(A)は全体構成を示し、(B)は要部拡大図である。

【図2】本発明の第2実施例のABSより見た平面図で、(A)は全体構成を示し、(B)は要部拡大図である。

【図3】磁化遷移領域の形状を示す図で、(A)は第1実施例、(B)は第2実施例に対するものである。

【図4】従来の複合型薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図5】従来の1実施例のABSより見た平面図である。

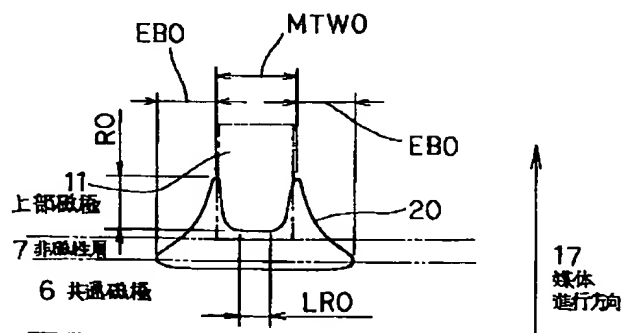
る。

【図6】従来の磁化遷移領域の形状を示す図である。

【符号の説明】

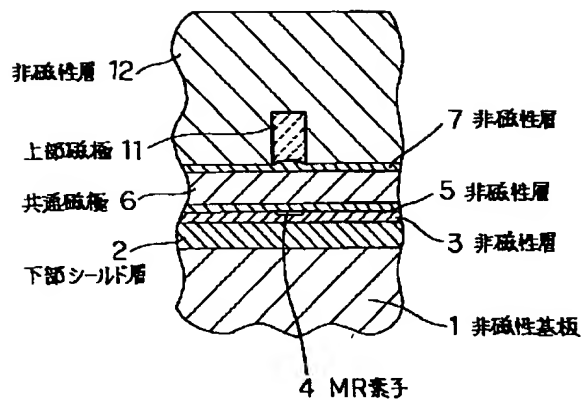
- 1 非磁性基板
- 2 下部シールド層
- 3, 5, 7, 12 非磁性層
- 4 磁気抵抗効果素子、MR素子
- 6 共通磁極
- 8, 9 絶縁層
- 10 コイル
- 11 上部磁極
- 13 再生部
- 14 記録部
- 15 ABS
- 16 複合型薄膜磁気ヘッド
- 17 媒体進行方向
- 18, 19, 20 磁化遷移領域

【図6】

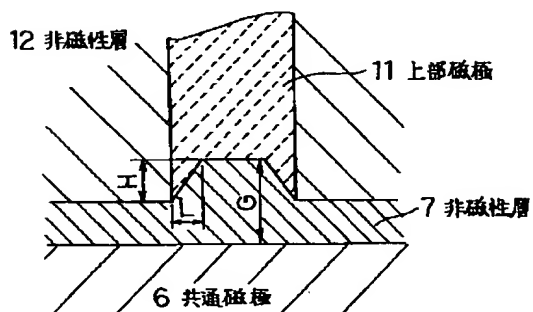


【図1】

(A)

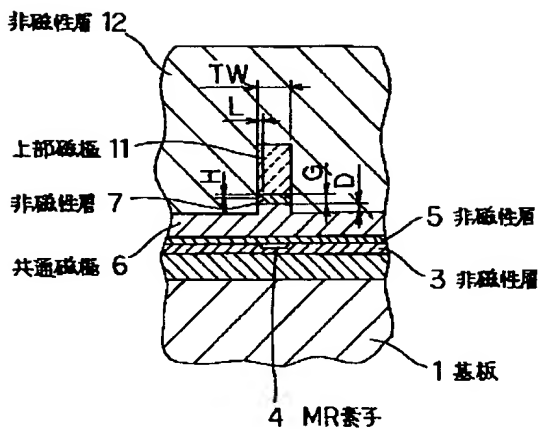


(B)

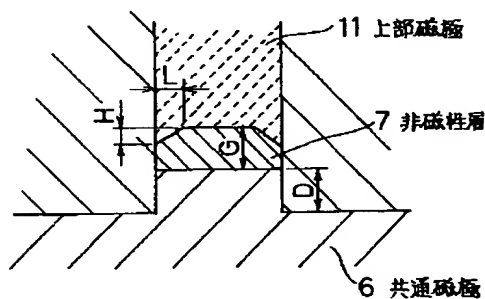


【図2】

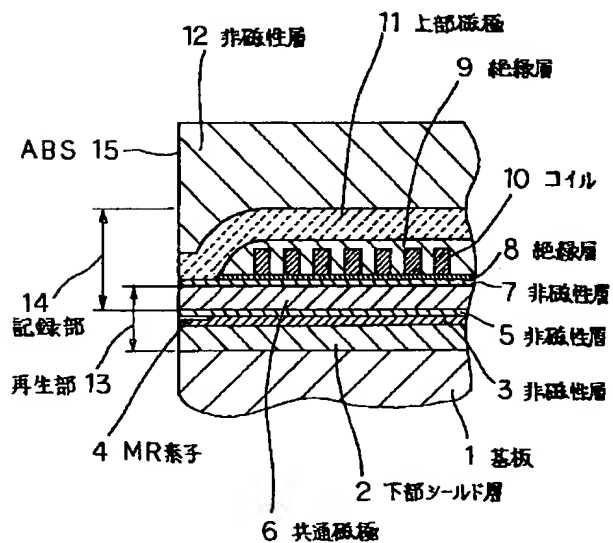
(A)



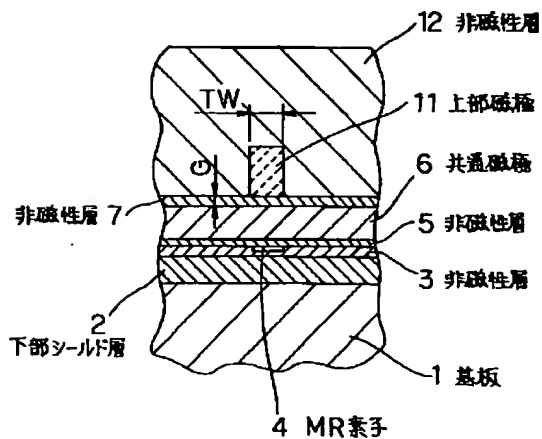
(B)



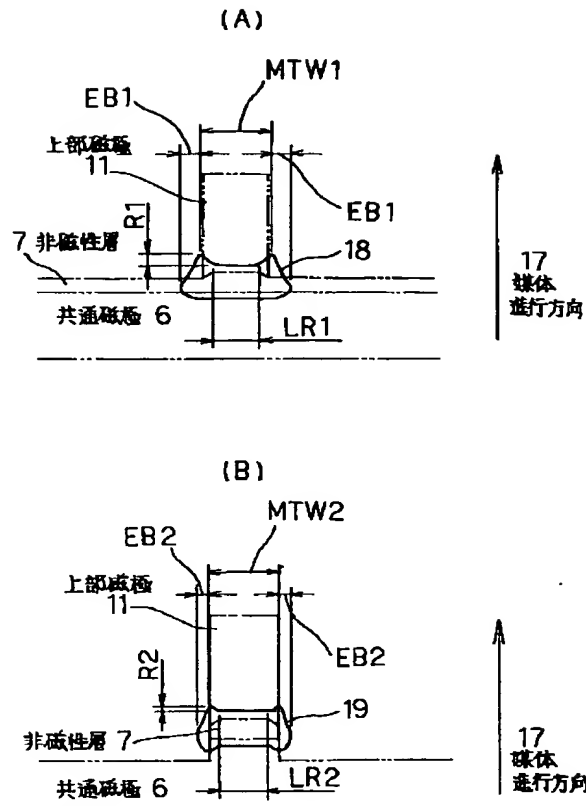
【図4】



【図5】



【図3】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年1月29日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性基板の上に、下部シールド層、第1非磁性層、第2非磁性層、前記第1及び第2の非磁性層に挟み込まれた磁気抵抗効果素子、及び上部シールド層と下部磁極を兼ねた共通磁極からなる再生部と、前記下部磁極、記録ギャップを形成する第3非磁性層、第1絶縁層、第2絶縁層、前記第1絶縁層及び第2絶縁層に挟み込まれたコイル、上部磁極、及び第4非磁性層からなる記録部とをこの順序で積層して形成される複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、  
前記第3非磁性層を所定の厚さGまで成膜した後、前記第3非磁性層の表面に所定の幅のフォトリソを形成し、  
イオンミリングにより、第3非磁性層を、表面から前記所定の厚さGより小さい厚さHまで除去して、共通磁極

角度で傾斜する側面を有する台形の記録ギャップを形成し、  
前記傾斜側面を含む第3非磁性層の表面上に上部磁極を成膜することを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項2】 非磁性基板の上に、下部シールド層、第1非磁性層、第2非磁性層、前記第1及び第2の非磁性層に挟み込まれた磁気抵抗効果素子、及び上部シールド層と下部磁極を兼ねた共通磁極からなる再生部と、前記下部磁極、記録ギャップを形成する第3非磁性層、第1絶縁層、第2絶縁層、前記第1絶縁層及び第2絶縁層に挟み込まれたコイル、上部磁極、及び第4非磁性層からなる記録部とをこの順序で積層して形成される複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法において、  
前記第3非磁性層を所定の厚さGまで成膜した後、前記第3非磁性層の表面の中心から所定の幅のフォトリソを形成し、  
イオンミリングにより、第3非磁性層を、表面から前記所定の厚さGより小さい厚さHまで除去して、共通磁極の上に断面が高さHで両側が非磁性基板に対して所定の角度で傾斜する側面を有する台形の記録ギャップを形成



その後、第1及び第2の絶縁層を形成し、上部磁極を所定の厚さより若干厚く形成し、形成した上部磁極をマスクとして使用して、共通磁極を初期成膜時の表面から所定の厚さDだけ除去することを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】本発明の目的は、記録磁界により選られる磁化遷移領域の再生に有効な範囲の湾曲を小さくして、複合型薄膜磁気ヘッドの線記録密度、トラック密度の高密度化を図ることができる複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の製造方法により製造される複合型薄膜磁気ヘッドは、上部磁極が記録ギャップを形成する非磁性層に対向する面の両端において断面が内側に傾斜面を有する直角三角形状の突起部を有し、第3の非磁性層がこの上部磁極の両端の突起部の傾斜面及びその中間の平面部によって成膜される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】本発明の複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法は、非磁性基板の上に、下部シールド層、第1非磁性層、第2非磁性層、前記第1及び第2の非磁性層に挟み込まれたMR素子、上部シールド層と下部磁極を兼ねた共通磁極、及び記録ギャップを形成する第3非磁性層を所定の厚さGまで従来と同様にして成膜した後、第3非磁性層の表面に所定の幅のフォトレジストを形成し、イ

オンミリングにより、第3非磁性層を、表面から所定の厚さGより小さい厚さHまで除去して、共通磁極の上に断面が高さHで両側が非磁性基板に対して所定の角度で傾斜する側面を有する台形の記録ギャップを形成する工程を含む。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】この突起は、非磁性基板1から所定の厚さGの第3非磁性層7まで従来の複合型薄膜磁気ヘッドと同様に成膜した後、第3非磁性層7の上部磁極11の中心線に対応する線を中心として $TW-2L$ の幅の領域にフォトレジストを形成し、イオンミリングにより、共通磁極の上に断面が所定の厚さGより小さい高さHと両側が非磁性基板に対して所定の角度で傾斜する側面とを有する台形の記録ギャップを形成するように、表面から厚さHまで、余分な第3非磁性層を除去することにより、基板1に対して逆正接( $H/L$ )の角度をなす所望のテーパー形状を得ることができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正内容】

【0032】

【発明の効果】上述のように本発明は、記録ギャップを形成するとき、第3非磁性層を所定の厚さGまで成膜した後、第3非磁性層の表面に所定の幅のフォトレジストを形成し、イオンミリングにより、表面から所定の厚さGより小さい厚さHまで除去して、共通磁極の上に断面が高さHで両側が非磁性基板に対して所定の角度で傾斜する側面を有する台形の記録ギャップを形成することにより、媒体進行方向に垂直な磁化遷移の位置からの後退量が小さく、また、サイドフリンジングも抑制され、イレースバンドも従来と比較して小さい、従って線記録密度、トラック密度の高密度化を図ることができる複合型薄膜磁気ヘッドを容易に実現できる効果がある。